

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-107397

(P2002-107397A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

G 0 1 R 29/08

G 0 1 R 29/08

Z 5 K 0 4 2

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 17/00

C 5 K 0 6 7

17/00

7/26

D

K

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-304294(P2000-304294)

(22) 出願日 平成12年10月4日 (2000. 10. 4)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 古川 浩

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 渡邉 吉則

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088812

弁理士 △柳▽川 信

Fターム(参考) 5K042 AA06 DA01 DA17 DA19 EA13

FA10 FA15 GA12 JA01 LA15

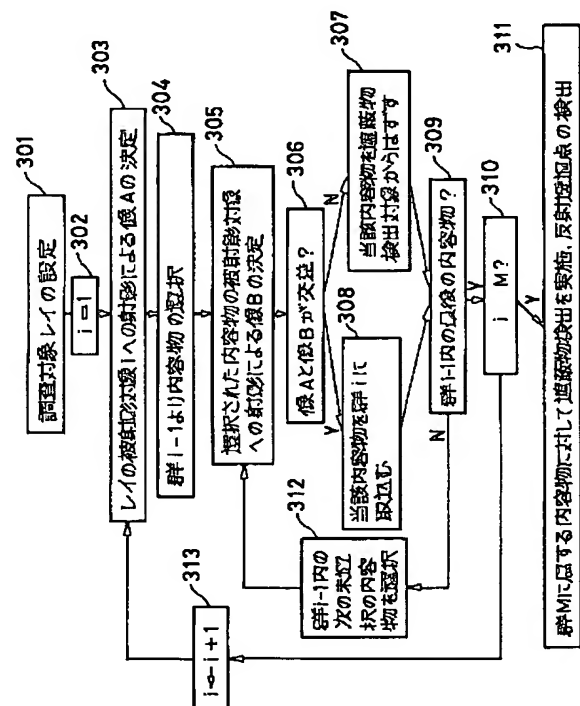
5K067 AA01 EE32 LL11

(54) 【発明の名称】 電波伝搬特性予測における遮蔽物の検出方法及びシステム並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 幾何光学的手法による電波伝搬特性予測における遮蔽物の検出法に関して、観測空間内にレイが与えられた場合に、当該レイと衝突する内容物を高速に検出する手法を得る。

【解決手段】 レイと内容物が与えられた場合、線や面等と与えられる被射影対象を設定し、内容物とレイを被射影対象に射影し、得られる像が互いに交わらない場合当該内容物を遮蔽物検出対象から除外する。複数の被射影対象 i ($i = 1 \sim M$) を用意して、 $i = 1$ から M まで順番に、遮蔽物検出対象の選別を各被射影対象 i 毎に実行することにより、遮蔽物検出対象の内容物を順に絞込んでゆく。従来では、観測領域内の全ての内容物について多元方程式を解く必要があるが、本発明では、絞込まれた遮蔽物検出対象の内容物についてのみ多元方程式を解けばよく、処理時間の短縮が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法であって、

前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一のステップと、前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二のステップと、

前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する第三のステップと、

この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む第四のステップと、を含むことを特徴とする遮蔽物検出方法。

【請求項2】 前記被射影対象はM個（Mは2以上の整数）設定されており、 $i = 1$ （ i は1～M）の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、この第四のステップにて絞り込まれた内容物に対して $i = 2$ の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、以後これを繰り返して $i = M$ の被射影対象まで同様な処理を実行するようにしたことを特徴とする請求項1記載の遮蔽物検出方法。

【請求項3】 3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法であって、

前記観測空間内に複数の被射影対象 i （ $i = 1 \sim M$ ；Mは2以上の整数）を設定し、前記内容物の一部もしくは全部の集合を表す群 k （ $k = 0 \sim M$ ）を規定し、群0を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、

前記レイの被射影対象 i への射影による像Aを取得するステップと、

群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像Bを取得するステップと、

前記像AとBとが交差しているか否かを調べ、前記像AとBとが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施するステップと、前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行うステップと、

i を1から順にMとなるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群Mに含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行うステップと、を含むことを特徴とする遮蔽物検出方法。

【請求項4】 前記被射影対象 i として3次元空間上に規定される線もしくは面とし、前記被射影対象のそれぞ

れに異なる直線もしくは平面を割当ててことを特徴とする請求項2または3記載の遮蔽物検出方法。

【請求項5】 $i = 1 \sim L$ （ L は $2 \leq L < M$ の整数）の被射影対象に対しては前記直線を割当て、 $i = L + 1 \sim M$ に対しては前記平面を割当ててことを特徴とする請求項4記載の遮蔽物検出方法。

【請求項6】 前記 i の設定に際して、前記レイの前記被射影対象に対する射影の長さが小なる程、 i を小に設定することを特徴とする請求項2～5いずれか記載の遮蔽物検出方法。

【請求項7】 前記レイの予め定められた所定平面に対する仰角の絶対値を t とし、前記被射影対象の前記所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、前記 t の値に応じて前記被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように前記被射影対象 i の設定を行うことを特徴とする請求項6記載の遮蔽物検出方法。

【請求項8】 3次元空間上に規定される観測空間内に内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う幾何光学的手法による電波伝搬特性予測における遮蔽物検出システムであって、

前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一の像取得手段と、

前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二の像取得手段と、

前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する判定手段と、

この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む検出対象絞り込み手段と、を含むことを特徴とする遮蔽物検出システム。

【請求項9】 前記被射影対象はM個（Mは2以上の整数）設定されており、 $i = 1$ （ i は1～M）の被射影対象に対して前記第一の像取得手段、第二の像取得手段、判定手段および検出対象絞り込み手段をそれぞれ実行制御し、前記検出対象絞り込み手段にて絞り込まれた内容物に対して $i = 2$ の被射影対象に対して前記第一の像取得手段、第二の像取得手段、判定手段および検出対象絞り込み手段をそれぞれ実行制御し、以後これを繰り返して $i = M$ の被射影対象まで同様な実行制御をなす制御手段を、更に含むことを特徴とする請求項8記載の遮蔽物検出システム。

【請求項10】 3次元空間上に規定される観測空間内に内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出システムであって、

前記観測空間内に複数の被射影対象 i （ $i = 1 \sim M$ ；Mは2以上の整数）を設定し、前記内容物の一部もしくは

3

全部の集合を表す群 k ($k = 0 \sim M$) を規定し、群 0 を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、

前記レイの被射影対象 i への射影による像 A を取得する手段と、

群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像 B を取得する手段と、

前記像 A と B とが交差しているか否かを調べ、前記像 A と B とが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施する手段と、

前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行う手段と、

i を 1 から順に M となるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群 M に含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行う手段と、を含むことを特徴とする遮蔽物検出システム。

【請求項 11】 前記被射影対象 i として 3 次元空間上に規定される線もしくは面とし、前記被射影対象のそれぞれに異なる直線もしくは平面を割当ててことを特徴とする請求項 9 または 10 記載の遮蔽物検出システム。

【請求項 12】 $i = 1 \sim L$ (L は $2 \leq L < M$ の整数) の被射影対象に対しては前記直線を割当て、 $i = L + 1 \sim M$ に対しては前記平面を割当ててことを特徴とする請求項 11 記載の遮蔽物検出システム。

【請求項 13】 前記 i の設定に際して、前記レイの前記被射影対象に対する射影の長さが小なる程、 i を小に設定することを特徴とする請求項 9 ～ 12 いずれか記載の遮蔽物検出システム。

【請求項 14】 前記レイの予め定められた所定平面に対する仰角の絶対値を t とし、前記被射影対象の前記所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、前記 t の値に応じて前記被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように前記被射影対象 i の設定を行うことを特徴とする請求項 13 記載の遮蔽物検出システム。

【請求項 15】 3 次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線 (レイ) が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法の動作制御プログラムを記録した記録媒体であって、

前記プログラムは、

前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一のステップと、

前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二のステップと、

前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する第三のステップと、

この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前

4

記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む第四のステップと、を含むことを特徴とする記録媒体。

【請求項 16】 前記被射影対象は M 個 (M は 2 以上の整数) 設定されており、 $i = 1$ (i は $1 \sim M$) の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、この第四のステップにて絞り込まれた内容物に対して $i = 2$ の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、以後これを繰り返して $i = M$ の被射影対象まで同様な処理を実行するようにしたことを特徴とする請求項 15 記載の記録媒体。

【請求項 17】 3 次元空間上に規定される観測空間内に内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線 (レイ) が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法 k 動作制御プログラムを記録した記録媒体であって、

前記プログラムは、

前記観測空間内に複数の被射影対象 i ($i = 1 \sim M$: M は 2 以上の整数) を設定し、前記内容物の一部もしくは全部の集合を表す群 k ($k = 0 \sim M$) を規定し、群 0 を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、

前記レイの被射影対象 i への射影による像 A を取得するステップと、

群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像 B を取得するステップと、

前記像 A と B とが交差しているか否かを調べ、前記像 A と B とが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施するステップと、

前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行うステップと、

i を 1 から順に M となるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群 M に含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行うステップと、を含むことを特徴とする記録媒体。

【請求項 18】 前記被射影対象 i として 3 次元空間上に規定される線もしくは面とし、前記被射影対象のそれぞれに異なる直線もしくは平面を割当ててことを特徴とする請求項 16 または 17 記載の記録媒体。

【請求項 19】 $i = 1 \sim L$ (L は $2 \leq L < M$ の整数) の被射影対象に対しては前記直線を割当て、 $i = L + 1 \sim M$ に対しては前記平面を割当ててことを特徴とする請求項 18 記載の記録媒体。

【請求項 20】 前記 i の設定に際して、前記レイの前記被射影対象に対する射影の長さが小なる程、 i を小に設定することを特徴とする請求項 16 ～ 19 いずれか記載の記録媒体。

【請求項 21】 前記レイの予め定められた所定平面に

に対する仰角の絶対値を t とし、前記被射影対象の前記所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、前記 t の値に応じて前記被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように前記被射影対象 i の設定を行うことを特徴とする請求項 20 記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電波伝搬特性予測における遮蔽物の検出方法及びそれを使用したシステム並びに当該検出方法の動作制御プログラムを記録した記録媒体に関し、特に幾何光学的手法による電波伝搬特性予測における遮蔽物の検出方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】無線通信システムにおける基地局や親機等の配置を援助するために電波伝搬シミュレータが用いられる。電波伝搬シミュレータによって任意の受信点での受信電力や、遅延拡がりを評価して、しかるべき送信局の設置場所を決定し、その結果、配置すべき基地局数の削減等の効率化が達成される。

【0003】電波伝搬シミュレーションは大別して、統計的手法によるものと決定論的手法によるものとがある。前者の統計的手法では、距離や周波数などを引数とする伝搬損失推定式を与え、そのパラメータを決定する際に、伝搬損失の実測定で得られた多数のデータをもとに多変量解析等により決定する手法である。

【0004】一方、後者の決定論的手法においては、アンテナから放射される電波を多数の電波線（レイ）の集まりと考え、各レイが幾何光学的に反射透過を繰り返して伝搬し、そして観測点に到達するレイを合成して伝搬損、遅延量を求める手法である。この幾何光学的手法は、更にイメージング法とレイラウンチング法とに大別される。

【0005】イメージング法は送受信点間を結ぶレイの反射透過経路を、反射面に対する鏡映点を求めて決定する手法である。反射透過経路は、送受信点、反射透過物が規定された場合に一意に求まるため、イメージング法は厳密なレイの伝搬経路を探索する手法である。一方、レイラウンチング法は、アンテナから放射されるレイを、受信点に関わりなく、予め定められた複数の方向に、時分割的に放射し、反射透過によるレイの伝搬経路を求め、受信点付近を通過したレイを当該受信点に到達したレイとみなす手法であり、例えば、特開平 9-33584 号公報の、特に段落「004」～「006」に説明されている。

【0006】レイラウンチング法は、送受信点間を結ぶレイの伝搬経路の解をイメージング法のように厳密に求めるのではなく近似的に与えるため、伝搬経路探索に要する時間が短くできるという特徴がある。

【0007】図 8 は観測領域 020、送信点 009、受信点 010、この観測領域内で 2 つの内容物 001、0

02 とが与えられた場合のレイラウンチング法の動作について説明する図である。図 8 では、簡単のため 2 次元平面に限定して動作の説明をするが、実際には 3 次元空間内で動作させるのが一般的である。

【0008】まず、送信点 009 から伝搬経路 003 の方向にレイを放射する。当該方向に放射したレイが観測領域内に存在する内容物に衝突するか否かを観測領域内の全ての内容物に対して調べる。当該レイは内容物 001 と反射点 012 において衝突し、その結果、透過レイ 011 ならびに反射レイ 004 が生成される。反射により生成されたレイ 004 は更に内容物 002 と衝突し、同じように透過レイ 013 ならびに反射レイ 008 が生成される。反射レイ 008 は受信点（観測点）010 近傍を通過するため、当該レイを観測点における到来波として扱う。

【0009】具体的には、伝搬経路である経路 003、004、008、各々の伝搬距離の合計から規定される受信強度ならびに到来遅延時間が図 9 のように記録される。図 9 の横軸 101 は、レイが送信点 009 から観測点 010 まで経路 003、004、008 を経由して到達するのに要した遅延時間を、縦軸 102 は、観測点 010 の近傍を通過したレイと、この観測点 009 へ到達したレイとが有する受信強度を表す。

【0010】送信点 009 から伝搬経路 003 の方向へ放射されたレイについて、透過波 011 ならびに 013 についても、伝搬経路 003、004、008 と同様の反射透過レイ探索を繰り返し、受信点 010 近傍をレイが通過した場合には伝搬経路 008 の場合と同様に到来波として扱い、以上の処理を探索終了条件を満たすまで続ける。

【0011】探索終了条件は、反射透過点での受信電界強度が所定値を下回った場合などとする。送信点 009 から伝搬経路 003 の方向へ放射されたレイの反射透過経路探索が終了した後、例えば、伝搬経路 006 のように、送信点 009 から放射するレイの放射角度を変えて、同様の反射透過経路探索を行い、これを送信点 009 の全ての放射方向、もしくは事前に規定した一部の放射方向について調べる。

【0012】最終的には、受信点（観測点）010 に対する遅延プロファイルである図 10 が得られる。図 10 の横軸 201 は送信点 009 からレイが到来するまでの遅延時間を、縦軸 202 は受信点 010 の近傍を通過したレイと、この受信点 010 へ到達したレイとが有する受信強度を表す。受信点 010 における受信電力は図 10 に示した全てのパスの受信強度の和で与えられ、歪の程度を示す遅延拡がりは遅延時間の標準偏差により与えられる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】レイラウンチング法では、レイの伝搬経路上の反射透過点を検出するために、

観測空間内に存在するすべての内容物について当該レイと衝突するかどうかを調査しなくてはならない。3次元空間内でレイと内容物が交差するかどうかは多元方程式を解く必要があり、相応の計算量が要求される。すなわち、この反射透過点の検出のためには、反射面を表す3次元空間上に規定される式と、レイを表す3次元空間上に規定される式とを連立させてこれを解くという算出手法が採られることが一般的であるので、相応の計算量が必要となるのである。よって、観測空間内の内容物が多くなるに従って調査に要する計算量は増加し、伝搬特性を評価する際に要する時間が増大するという問題がある。

【0014】本発明は、観測空間内にレイが与えられた場合に、当該レイと衝突する内容物を高速に検出することが可能な幾何光学的手法による電波伝搬特性予測における遮蔽物の検出方法及びシステム並びに記録媒体を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられ、前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法であって、前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一のステップと、前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二のステップと、前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する第三のステップと、この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む第四のステップとを含むことを特徴とする遮蔽物検出方法が得られる。

【0016】そして、前記被射影対象はM個（Mは2以上の整数）設定されており、 $i = 1$ （ i は1～M）の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、この第四のステップにて絞り込まれた内容物に対して $i = 2$ の被射影対象に対して前記第一から第四のステップを実行し、以後これを繰り返して $i = M$ の被射影対象まで同様な処理を実行するようにしたことを特徴とする。

【0017】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられ、前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法であって、前記観測空間内に複数の被射影対象 i （ $i = 1 \sim M$ ；Mは2以上の整数）を設定し、前記内容物の一部もしくは全部の集合を表す群 k （ $k = 0 \sim M$ ）を規定し、群0を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、前記レイの被射影対象 i への射影による像Aを取得するス

テップと、群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像Bを取得するステップと、前記像AとBとが交差しているかどうかを調べ、前記像AとBとが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施するステップと、前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行うステップと、 i を1から順にMとなるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群Mに含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行うステップとを含むことを特徴とする遮蔽物検出方法が得られる。

【0018】そして、前記被射影対象 i として3次元空間上に規定される線もしくは面とし、前記被射影対象のそれぞれに異なる直線もしくは平面を割当ててことを特徴とする。また、 $i = 1 \sim L$ （ L は $2 \leq L < M$ の整数）の被射影対象に対しては前記直線を割当て、 $i = L + 1 \sim M$ に対しては前記平面を割当ててことを特徴とする。さらに、前記 i の設定に際して、前記レイの前記被射影対象に対する射影の長さが小なる程、 i を小に設定することを特徴としており、具体的には、前記レイの予め定められた所定平面に対する仰角の絶対値を t とし、前記被射影対象の前記所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、前記 t の値に応じて前記被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように前記被射影対象 i の設定を行うことを特徴とする。

【0019】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に内容物が与えられ、前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出システムであって、前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一の像取得手段と、前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二の像取得手段と、前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する判定手段と、この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む検出対象絞り込み手段とを含むことを特徴とする遮蔽物検出システムが得られる。

【0020】そして、前記被射影対象はM個（Mは2以上の整数）設定されており、 $i = 1$ （ i は1～M）の被射影対象に対して前記第一の像取得手段、第二の像取得手段、判定手段および検出対象絞り込み手段をそれぞれ実行制御し、前記検出対象絞り込み手段にて絞り込まれた内容物に対して $i = 2$ の被射影対象に対して前記第一の像取得手段、第二の像取得手段、判定手段および検出対象絞り込み手段をそれぞれ実行制御し、以後これを繰り返して $i = M$ の被射影対象まで同様な実行制御をなす制御手段を、更に含むことを特徴とする。

【0021】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出システムであって、前記観測空間内に複数の被射影対象 i ($i = 1 \sim M$; M は2以上の整数)を設定し、前記内容物の一部もしくは全部の集合を表す群 k ($k = 0 \sim M$)を規定し、群 0 を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、前記レイの被射影対象 i への射影による像 A を取得する手段と、群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像 B を取得する手段と、前記像 A と B とが交差しているか否かを調べ、前記像 A と B とが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施する手段と、前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行う手段と、 i を1から順に M となるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群 M に含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行う手段とを含むことを特徴とする遮蔽物検出システムが得られる。

【0022】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法の動作制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記プログラムは、前記観測空間内に予め設定された被射影対象への前記レイの射影による第一の像を取得する第一のステップと、前記被射影対象への前記内容物の各々の射影による第二の像を取得する第二のステップと、前記第一の像と第二の像の各々が互いに交差するかどうかを判定する第三のステップと、この判定結果が交差を示す場合に、該当する内容物を前記レイに対する遮蔽物検出対象として絞り込む第四のステップとを含むことを特徴とする記録媒体が得られる。

【0023】本発明によれば、3次元空間上に規定される観測空間内に複数の内容物が与えられると共に前記観測空間上に電波線（レイ）が与えられ、前記内容物のうち前記レイを遮蔽する遮蔽物の検出を行う電波伝搬特性予測における遮蔽物検出方法 k 動作制御プログラムを記録した記録媒体であって、前記プログラムは、前記観測空間内に複数の被射影対象 i ($i = 1 \sim M$; M は2以上の整数)を設定し、前記内容物の一部もしくは全部の集合を表す群 k ($k = 0 \sim M$)を規定し、群 0 を前記観測空間内に規定された全ての前記内容物の集合とした場合、前記レイの被射影対象 i への射影による像 A を取得するステップと、群 $i - 1$ より一つの内容物を選択し、当該内容物の前記被射影対象 i への射影による像 B を取

得するステップと、前記像 A と B とが交差しているか否かを調べ、前記像 A と B とが交差している場合に当該内容物を群 i に選択的に取込む内容物選択取込み処理を実施するステップと、前記群 $i - 1$ の他の全ての内容物についてもそれぞれ前記内容物選択取込み処理を実施して、群 i に含まれる内容物の選択的取込み処理を行うステップと、 i を1から順に M となるまで前記内容物の選択取込み処理を実施し、最終的に群 M に含まれて絞り込まれた内容物に対して遮蔽物の検出を行うステップとを含むことを特徴とする記録媒体が得られる。

【0024】本発明の作用を述べる。レイと内容物が与えられた場合、線や面等で与えられる被射影対象を設定し、内容物とレイとを被射影対象に射影し、得られる像が互いに交わらない場合、当該内容物を遮蔽物検出対象から除外して、遮蔽物検出対象の絞り込みを実施する。この場合、複数の被射影対象 i ($i = 1 \sim M$)を用意して、 $i = 1$ から M まで順番に、遮蔽物検出対象の選別を各被射影対象 i 毎に実行することにより、遮蔽物検出対象の内容物を順に絞り込んでゆく。従来方式では、前述したように、観測領域内の全ての内容物について、多元方程式を解く必要があるが、本発明では、絞り込まれた遮蔽物検出対象の内容物についてのみ多元方程式を解けばよく、処理時間の短縮が可能となる。

【0025】上記の i （遮蔽物検出対象の絞り込みのための順番）を定める場合、レイの予め定められた所定平面に対する仰角の絶対値を t とし、被射影対象の当該所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、この t の値に応じて被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように、 i の設定を行うのが良い。

【0026】その理由は、一般に、観測領域は有限領域であるため、調査対象のレイの仰角 t と、被射影対象の仰角 T との差が大きい場合、当該レイの被射影対象への像は、その占有領域が小さく、多くの交差しない内容物の検出が可能となるからである。従って、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように、 i の設定を行うことによって、調査対象のレイと交差しない内容物を早めに遮蔽物検出対象から除外することが可能となり、処理量が削減される。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。図1は本発明の実施の形態を示す流れ図である。3次元空間上に観測領域が与えられ、当該観測領域内に壁や什器等の内容物が与えられ、調査対象となるレイが与えられることを前提とする（ステップ301）。当該レイは、レイラウンチングアルゴリズムにおいてアンテナから放射されたレイや反射透過により生成されるレイを指し、具体的には従来技術の説明において説明した図8における伝搬経路003や004等を指すものとする。

【0028】内部変数 i を定義し、初期値として、 $i =$

1を設定する(ステップ302)。そして、当該レイの被射影対象 i への射影による像 A を決定する(ステップ303)。ここで、被射影対象 i として、3次元空間上に規定される直線や平面を用い、その数は M 個とする。直線としては、本例では、 x 軸、もしくは y 軸、もしくは z 軸を設定するものとし、また平面として、 xy 平面、もしくは yz 平面、もしくは zx 平面を設定するものとする。そして、被射影対象 i はそれぞれ異なるものを設定する。

【0029】被射影対象が直線である場合の射影法に関しては、例えば、レイの両端点から被射影直線へ向けた垂線の交点を調べ、その両端に位置する点を結ぶ線分を像 A とする(後述の図3参照)。この場合、特に被射影対象が x 軸、 y 軸、もしくは z 軸である場合、レイの両端点の座標の同一軸の値(例えば、被射影対象が x 軸ならば、 x 座標の値)の最大値と最小値とを結ぶ線分が像 A となる。被射影対象が平面である場合の射影法に関しては、例えば、レイの両端点から被射影平面へ向けた垂線の交点を調べ、その両端に位置する点を結ぶ線分を像 A とする(後述の図4参照)。

【0030】次に、内容物の集合を与える群 $i-1$ のうち、どれかひとつの内容物を選択する(ステップ304)。なお、群0は観測領域内に設定した全ての内容物の集合とする。

【0031】そして、選択された内容物の被射影対象 i への射影による像 B を決定する(ステップ305)。被射影対象が直線である場合の射影法に関しては、上述した例と同様に、選択された内容物の頂点から被射影線へ向けた垂線の交点を調べ、その両端の最外郭に位置する点を結ぶ線分を像 B とする。この場合、特に被射影対象が x 軸、 y 軸、もしくは z 軸である場合、内容物の頂点座標の同一軸の値(例えば、被射影対象が x 軸ならば、 x 座標の値)の最大値と最小値とを結ぶ線分が像 B となる。

【0032】被射影対象が平面である場合の射影法に関しては、上述した例と同様に、選択された内容物の頂点から被射影平面へ向けた垂線の交点を調べ、その最外郭に位置する点を結ぶ領域を像 B とする。

【0033】次に、像 A と像 B とが交差するか否かを判定し(ステップ306)、交差していればステップ308へ進み、当該内容物を群 i に取り込み、交差していなければステップ307へ進み、選択中の内容物を遮蔽物検索対象からはずす処理を行う。

【0034】そして、選択中の内容物が群 $i-1$ 内で最後の内容物であれば(ステップ309)、次のステップ310へ進み、最後の内容物でなければステップ312へ進み、群 $i-1$ 内の未選択の次の内容物を選択して、再びステップ305へ戻る。

【0035】ステップ310では、 i の値が被射影対象の数 M を超えているかどうかを調べ、超えていればステ

ップ311へ進む。また、超えていなければステップ313へ進み、 i の値を1だけ増加させた後に、ステップ303へ戻る。

【0036】ステップ311においては、群 M に属する内容物に対して、3次元空間内での遮蔽物検出を実施し、具体的な反射透過点の算出を行う。ここで、遮蔽物検出ならびに反射透過点の検出には、上述したように、多元連立方程式が用いられることになる。

【0037】被射影対象 i の設定に関しては、例えば、 i の値が小さいものには直線を被射影対象として設定し、 i の値が大きいものには平面を被射影対象として設定することができる。

【0038】図1に示した発明の実施例の動作を、図2～図5を用いて説明する。図2は $M=5$ の場合の被射影対象 i の設定の一例を示した図である。図2のように、 i の値が小さいものには、直線を被射影対象として設定し、 i の値が大きいものには、平面を被射影対象として設定している。

【0039】直線として、 x 、 y 、 z 軸それぞれを設定し、平面として、 xy 面、 zx 面を設定している。図1に示した実施例によると、図2に示した被射影対象1から順に被射影対象5までを調べ、各被射影対象への内容物ならびに調査対象のレイの像を比較することによって、群1から群5に含まれる内容物の選定を順次行っていく。群 i に対する内容物の選択は、群 $i-1$ に含まれる内容物それぞれについて、被射影対象 i への射影による像 B ならびに調査対象レイの被射影対象 i への射影による像 A を比較することによって実施される。ただし、群0は観測領域に含まれる全ての内容物である。

【0040】図3は、 $i=1$ である場合に、被射影対象1、すなわち被射影対象が x 軸である場合の射影の様子を示した図である。401は内容物を、405は調査対象レイを、それぞれ表している。内容物401の各頂点から被射影対象である x 軸407への垂線の交点を求め、その最外郭の両端に位置する点を結んだ線分が内容物401から被射影対象1への像404である。

【0041】一方、レイ405の両端点から被射影対象である x 軸407への垂線の交点を求め、その両端に位置する点を結んだ線分がレイ405から被射影対象1への像406である。像404と像406とが決定されると、両者が交わるかどうかを比較する。図3では、像404と像406とは交わらないため、内容物401は群1に含まれる内容物から除外され、遮蔽物検出の対象からはずされる。

【0042】同様に、群0に規定される他の内容物についても、上述の内容物追加処理を実施して群1の内容物の選択的な取り込み処理を行う。さらに、被射影対象2ならびに3、すなわち被射影対象がそれぞれ y 軸ならびに z 軸の場合に関しても、上述の内容物の選択取り込み処理を行う。

【0043】図4は $i = 4$ の場合、すなわち図2に示すように、被射影対象が xy 平面である場合の射影の様子を示した図である。501は群3に属する内容物を示し、504は調査対象のレイを示す。内容物501の各頂点から被射影面へ向けた垂線の交点を調べ、その最外郭に位置する点を結ぶ領域が被射影対象4への射影による像502である。レイ504の両端点から被射影面へ向けた垂線の交点を調べ、その両端に位置する点を結ぶ線分が被射影対象4への射影による像503である。

【0044】像503と像502とが決定されると、両者が交わるかどうかを比較する。図4では、像503と像502とが交わるため、内容物501は群4に含まれる内容物として選択的に取り込まれる。

【0045】同様に、群3に選択的に取り込まれた他の内容物についても、上述の内容物追加処理を実施して群4の内容物の選択取り込み処理を行う。さらに、被射影対象5、すなわち被射影対象が zx 面の場合に関しても、上述の内容物選択取り込み処理を行い、群5の内容物選択取り込み処理を行う。群5に含まれる内容物に対して3次元空間内での遮蔽物検出を行い、最終的には調査対象であるレイが通過する遮蔽物の検出ならびに反射透過点の決定を行う。

【0046】図5は $M = 5$ の場合の群 i の様子を包含図で示した図である。606、601、602、603、604、605はそれぞれ群0～群5を示す。各群の内容物選択取り込み処理を行うことによって、 i が大きくなるにしたがって順次群の大きさが小さくなってゆき、遮蔽物検出の対象となる内容物を絞り込まれる様子が示されている。最終的に、3次元空間内でのレイと群5に絞り込まれた内容物とが交差するか否かは、多元連立方程式を解く必要があることは前述したとおりである。この多元連立方程式の算出結果により、調査対象レイの内容物における反射透過点の検出がなされることになるのである。

【0047】従来方法では、観測領域内の全ての内容物、すなわち群0である606に含まれる全ての内容物について、多元連立方程式を解く必要があるが、本発明によれば、群5である605に含まれて絞り込まれた内容物についてのみ、多元連立方程式を解けばよく、処理時間の短縮が可能となる。

【0048】以上の述べた実施例の処理動作から、この処理動作を実現するための機能ブロックが、図6に示すように得られることになる。図6を参照すると、レイの射影像取得部1は、調査対象レイの被射影対象 i への射影による像 A を取得する機能を有するものである。また、内容物の射影像取得部2は、群 $i - 1$ に含まれる内容物を選択して、当該内容物の被射影対象 i への射影による像 B を取得する機能を有するものである。

【0049】射影像交差判定部3は、像 A と B とが交差するかどうかを判定する機能を有しており、検出対象校

り込み部4はこの射影像交差判定部3により像 A と B とが交差すると判定された時に、その内容物を群 i に選択的に取り込み、そうでない場合には、この内容物を遮蔽物検出対象からはずす処理を行う機能を有する。

【0050】反射透過点検出部5は、最終的に絞り込まれた群 M に属する内容物に対して、遮蔽物検出処理および反射透過点検出処理を行うものであり、上述した多元連立方程式を解く処理をなすものである。

【0051】制御部6はCPU（コンピュータの中央演算処理部に相当）からなり、読出し専用メモリ（ROM）などの記録媒体7に予め格納された動作制御プログラムを読み込んで、このプログラムの制御手順に従って各部1～5を制御して、図1に示した動作処理を実行制御する機能を有するものである。

【0052】なお、上述した被射影対象 i （ i は射影の順番を示す）の設定方法について述べる。一例として、図2に示したように、 i の値が小さいものには、直線を被射影対象として設定し、 i の値が大きいものには、平面を被射影対象として設定するのが良い。すなわち、平面上への射影に比べ、直線上への射影を行うほうが、計算量は小さいため、先に直線による射影により遮蔽物検出対象となる内容物の絞り込みを行えば、処理量が削減されるからである。

【0053】また、被射影対象 i の他の設定方法として、調査対象のレイの予め定められた所定平面に対する仰角（絶対値、以下同じ）を t とし、また被射影対象 i のこの所定平面に対する仰角の絶対値を T とし、 t の値に応じて被射影対象の設定を可変し、 i が小さいほど t と T との差が大きくなるように、この i の設定を行うこともできる。

【0054】その理由を以下に述べると、一般に、観測領域は有限領域であるため、調査対象のレイの仰角と、被射影対象 i の仰角との差が大きい場合、当該レイの被射影対象 i への像は、その占有領域が小さく、多くの交差しない内容物の検出が可能となる。従って、 i が小さいほど、 t と T との差が大きくなるように、被射影対象 i の設定を行うことによって、調査対象のレイと交差しない内容物を早めに遮蔽物検出対象から除外することが可能となり、処理量が削減される。

【0055】この i の設定に関して、より分かり易くするために、図7を参照すると、所定平面として、例えば、 xy 平面をとり、調査対象レイ701の当該 xy 平面に対する仰角 t が 10 度とする。このとき、被射影対象が x 軸と z 軸であり、両者の順番 i を設定する場合、 x 軸の xy 平面に対する仰角 T_x は 0 度であり、 z 軸の xy 平面に対する仰角 T_z は 90 度となる。従って、 t と T_x との差および t と T_z との差は、図7にも示しているように、それぞれ 10 度および 90 度となる。よって、本例では、 z 軸のほうが x 軸よりも、 i については小に設定され、 z 軸が x 軸よりも早く被射影対象として

選定されることになる。

【0056】このことは、すなわち、調査対象レイ 701 の z 軸に対して射影された像 703 が、x 軸に対して射影された像 702 よりも、長さが小である方の i を小さく設定することに他ならない。

【0057】

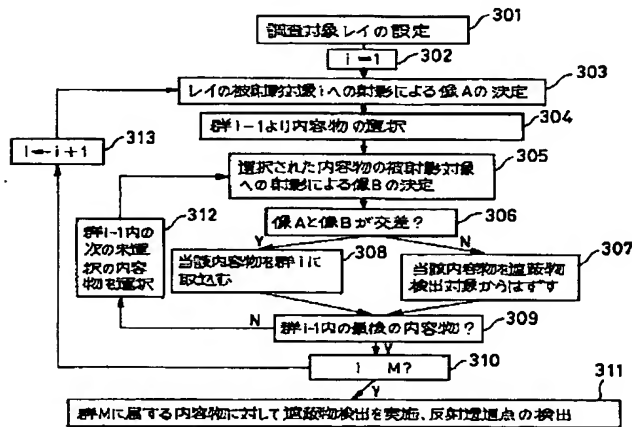
【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、レイと内容物が与えられた場合に、線や面などで与えられる被射影対象を設定し、内容物ならびにレイを被射影対象に射影して得られる像が互いに交わらない場合に当該内容物を遮蔽物検出対象から除外し、複数の被射影対象 i (i = 1 ~ M) を用意して、i = 1 から M まで順番に、遮蔽物検出対象の選別を各被射影対象 i 毎に実行することによって、遮蔽物検出対象の内容物を順に絞り込んでゆくので、従来方法では、観測領域内の全ての内容物について前記多元方程式を解く必要があったが、本発明では、絞り込まれた遮蔽物検出対象の内容物についてのみ多元方程式を解けばよく、よって、処理時間の短縮が可能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

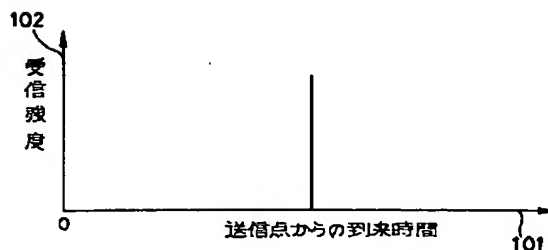
【図 1】本発明の実施例の間動作を示すフローチャートである。

【図 2】被射影対象の設定レイを示す図表である。

【図 1】



【図 9】



【図 3】被射影対象が x 軸の場合の射影の一例を示す図である。

【図 4】被射影対象が x y 面の場合の射影の一例を示す図である。

【図 5】群 i の包含図を示す図である。

【図 6】本発明の実施例の構成を示す概略機能ブロック図である。

【図 7】被射影対象の i の設定方法の一例を説明するための図である。

10 【図 8】レイラウンチング法を説明する図である。

【図 9】一本のレイに対する観測点におけるパスポファイルの例を示す図である。

【図 10】レイラウンチング法によって得られる観測点におけるパスポファイルである。

【符号の説明】

401, 501 内容物

405, 504 調査対象レイ

402, 403 内容物の各頂点からの x 軸に対する垂線

20 404, 503 像 A

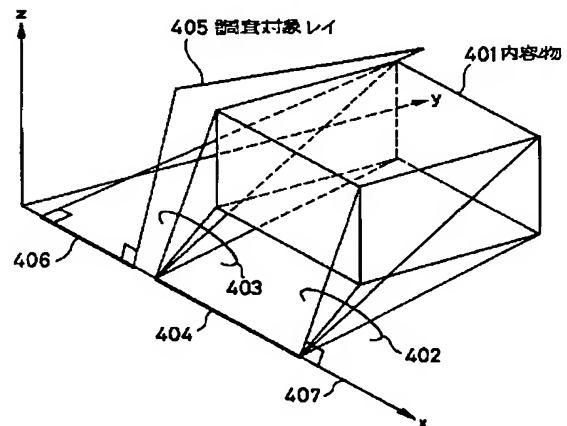
404, 502 像 B

601 ~ 606 群

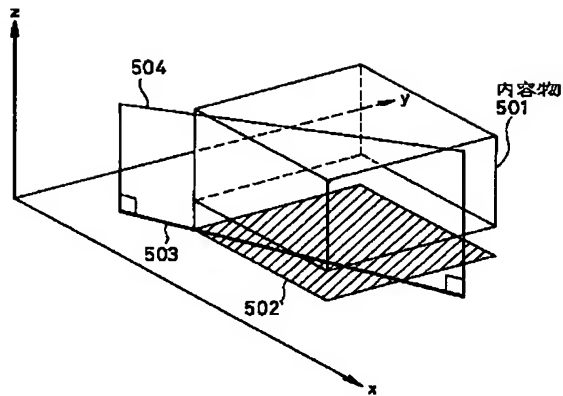
【図 2】

| i | 被射影対象 |
|---|--------|
| 1 | x 軸 |
| 2 | y 軸 |
| 3 | z 軸 |
| 4 | x y 平面 |
| 5 | z x 平面 |

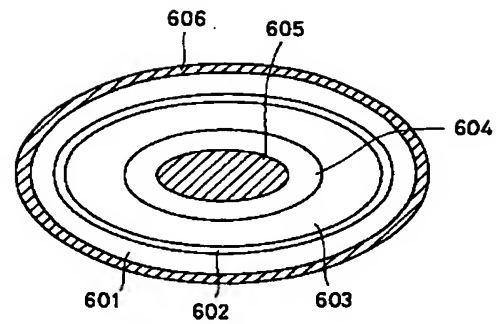
【図 3】



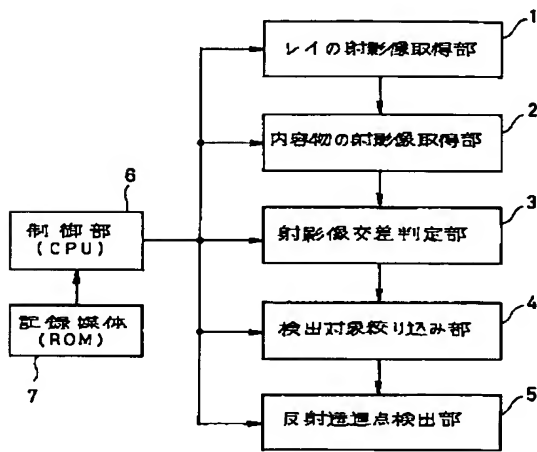
【図 4】



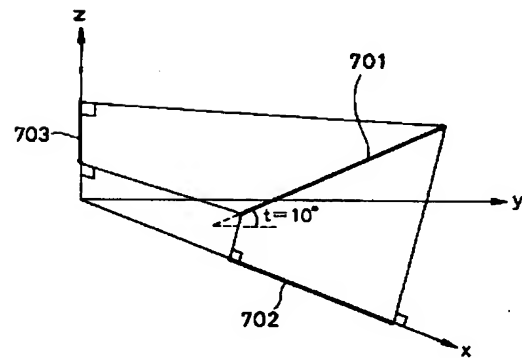
【図 5】



【図 6】

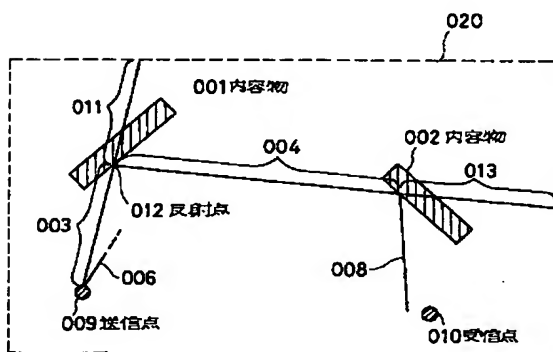


【図 7】



$$\begin{aligned} & \left(\begin{array}{l} X \text{ 軸の } X-Y \text{ 面に対する仰角 } T_x = 0^\circ \\ Z \text{ 軸の } X-Y \text{ 面に対する仰角 } T_z = 90^\circ \\ |T_x - t| = 10^\circ < |T_z - t| = 80^\circ \end{array} \right) \end{aligned}$$

【図 8】



【図 10】

